

Endurecimiento superficial de metales ferrosos vía llama oxiacetilénica

Ojo, A. Aguilar, J. ; Coronado, G. ; Quirós, N. ; Ortega, C. ;
Dr. Alexis Tejedor de León - atejedor@cwpanama.net

Resumen

Se presentan los aspectos prácticos de cómo se pueden reducir los esfuerzos internos, el tamaño del grano, incrementar la tenacidad o producir una superficie dura con un interior dúctil en un material ferroso. Tal procedimiento es conseguido por medio de la utilización de un tratamiento térmico específico denominado endurecimiento superficial vía llama oxiacetilénica. El trabajo consistió en la ejecución de técnicas de calentamiento, sea ésta rotativa o estática de la fuente de calor, a piezas de acero 1060. Las presiones de trabajo de los combustibles utilizados fueron de 0.35 y 1.38 bar para el acetileno y el oxígeno respectivamente. Independientemente de la técnica empleada, las muestras fueron calentadas hasta una temperatura de 775°C y se utilizaron deferentes medios de enfriamiento para el templado. Con el empleo de este tipo de tratamiento se consiguieron incrementos en términos de dureza superficial del orden de los 84%.

Descriptores: Endurecimiento superficial, templado, tratamientos térmicos, dureza superficial, llama oxiacetilénica.

Introducción

La selección de materiales ferrosos para aplicaciones industriales, es un paso crucial en el diseño mecánico de partes y ctes. adicional a las consideraciones geométricas, dimensiones y tolerancias, el diseño mecánico debe considerar aspectos relacionados al tipo de metal, i.e. grado del acero, tipos de tratamientos térmicos previos, propiedades exigidas de trabajo. (DOBRAZAŃSKI & SITEK, 2003). Como materiales de construcción, las aleaciones ferrosas continúan siendo las más utilizadas, debido entre otras cosas, a sus propiedades mecánicas. A pesar de eso, la utilización industrial de los materiales ferrosos, se ve seriamente limitada a las condiciones de resistencia superficial que deben presentar. Esta limitante se traduce en la pérdida superficial que sufren, sean por causa de la corrosión, propia del ambiente de trabajo o al desgaste abrasivo a la cual son sometidos (MARQUEZ, 2000).

Uno de los tratamientos térmicos de fácil aplicación es el que utiliza la llama oxiacetilénica. Este tratamiento térmico consiste en la operación de calentamiento y enfriamiento de un metal en su estado sólido para cambiar sus propiedades físicas.

Para conocer a qué temperatura debe elevarse el metal para que se reciba un tratamiento térmico es recomendable contar con los diagramas de cambio de fases como el de hierro - carbono. (Fig. 1)

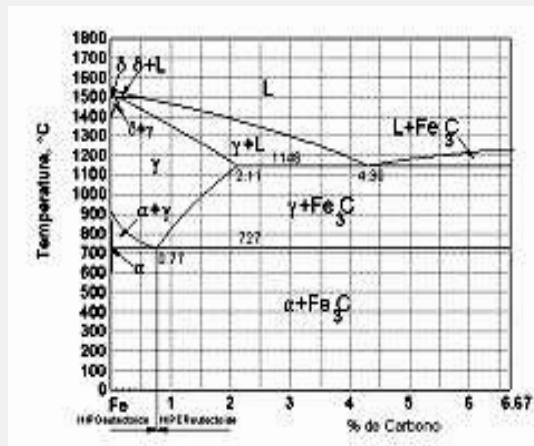


FIGURA 1-Diagrama Hierro-Carbono.

En este tipo de diagramas se especifican las temperaturas en las que suceden los cambios de fase (cambios de estructura cristalina), dependiendo de los materiales diluidos y de sus composiciones químicas respectivas. El proceso de endurecimiento del acero consiste en el calentamiento del metal de manera uniforme a la temperatura correcta y luego enfriarlo, utilizando un medio refrigerante apropiado, como por ejemplo, agua, aceite, aire o en una cámara refrigerada. El endurecimiento produce una estructura granular fina que aumenta la resistencia a la tracción (tensión) y disminuye la ductilidad.

En el caso específico del acero al carbono para herramientas se puede endurecer al calentarse hasta su temperatura crítica, la cual se adquiere aproximadamente entre los 790°C y 830°C lo cual se identifica,

visualmente, cuando el metal adquiere el color rojo cereza brillante. Cuando se calienta el acero, la perlita se combina con la ferrita, lo que produce una estructura de grano fino llamada austenita. Cuando se enfría la austenita de manera brusca se transforma en martensita, material que es muy duro y frágil a la vez.

El objetivo de este trabajo es analizar cómo, por medio de un tratamiento térmico, vía llama oxiacetilénica, se puede aumentar, disminuir o normalizar una pieza de acero al carbono.

Materiales y métodos

1. Preparación de las muestras.

Cinco muestras de barra de acero de construcción 1060, fueron cortadas con un diámetro de 22 mm y longitud de 101.6 mm utilizando una sierra mecánica alternativa con enfriamiento líquido soluble en agua (taladrina). Las muestras analizadas no fueron sometidas al proceso de normalizado. Antes de proceder al templado de las piezas vía llama oxiacetilénica, fue necesario tomar como referencia una de las muestras (ver tabla No. 1) para obtener valores de dureza en su estado natural, lo cual nos permitirá comprobar la efectividad de la técnica utilizada.

2. Templado de las muestras.

Mediante el uso de un equipo oxiacetilénico completo (Fig. 2), con soplete provisto con boquilla No.1 y regulando una presión de trabajo de 0.35 bar para el acetileno y 1.38 bar para el oxígeno, se procedió al calentamiento de las muestras hasta una temperatura de 775°C; la pieza a ser tratada,

fue colocada sobre un ladrillo refractario y el soplete se desplazó en movimientos circulares alrededor de ésta de tal manera que el calentamiento fue uniforme. La llama fue aplicada por un espacio de 2.5 minutos, la temperatura fue monitoreada por un Pirómetro Digital Raytec, el cual presenta un porcentaje de error del 0.5%.



Figura 2. Equipo Oxiacetilénico utilizado en los ensayos de templado.

Posterior al calentamiento, se realizó el enfriamiento de las piezas en un tanque de 22.02 L, de capacidad. En los ensayos se utilizaron 16.91L de agua a una temperatura de 27°C. El sistema fue agitado manualmente, por medio de giros a la pieza mientras se introducía en el medio de enfriamiento en posición vertical sujeta por una tenaza. Posteriormente, después del templado, se le realizó a la pieza tratada un revenido, calentando esta a 350°C y dejándola enfriar a temperatura ambiente, para liberar tensiones en la estructura de la pieza. Los ensayos de dureza, fueron medidos

mediante un durómetro Proeti Eti-28.0213, con escala de medición RWC.



Figura 3. Calentamiento de la pieza en movimiento y monitoreo de la temperatura de calentamiento.

El procedimiento anterior fue repetido para varias muestras, no obstante se variaron los medios de enfriamiento utilizados. Adicional a esto se realizó otro ensayo, donde la variable fue la forma de calentamiento. En este ensayo se colocó la pieza entre puntos en un torno paralelo con los accesorios necesarios para el montaje de la misma y dándole movimiento rotacional. Moviendo el soplete linealmente sobre la muestra se le aplicó calentamiento uniforme (Fig. 3).

Resultados y Discusión

Los principales resultados obtenidos en los ensayos son presentados en las tablas a continuación.

TABLA No.1 – Datos de dureza obtenida en la muestra sin tratar.

DUREZA	
CENTRO 0 mm	4.8
1.5 mm	5.1
3.0 mm	6.0
4.5 mm	7.1
6.0 mm	8.0
7.5 mm	8.2
9.0 mm	8.4

NOTA:
Las mediciones de RWC se realizaron dejando espacios 1.5 mm entre cada medición.

En la tabla No.1 podemos observar los resultados de la dureza obtenidas en la pieza sin tratar del acero de construcción grado 1060. En el borde de la pieza tenemos una dureza de 8.4 RWC y a medida que nos acercamos al centro de la pieza podemos observar que va disminuyendo la dureza (4.8 RWC). Esto indica que el núcleo de la pieza se presenta suave en comparación con su superficie.

En la Tabla No. 2 podemos observar que por medio del tratamiento térmico utilizado podemos tener una mayor dureza (51 RWC) en el borde y en el centro (45 RWC) que en la muestra No.1. Lo que representa un incremento del 83.5 % de dureza; inicial en el metal. Sin embargo, podemos observar que por medio del revenido posterior aplicado, hubo una reducción en la dureza alcanzada la cual se traduce en un alivio de esfuerzos internos d la pieza después del templado.

TABLA No.2 – Datos de dureza obtenido en la pieza tratada vía llama oxiacetilénica y enfriado en agua a temperatura ambiente (27°C).

DUREZA			
TEMPLADO A 775°C		REVENIDO A 350°C	
CENTRO 0 mm	45	CENTRO 0 mm	24
1.5 mm	47.5	1.5 mm	25.1
3.0 mm	47.1	3.0 mm	25.2
4.5 mm	48.2	4.5 mm	25.2
6.0 mm	48.5	6.0 mm	25.3
7.5 mm	49.0	7.5 mm	25.4
9.0 mm	51.0	9.0 mm	25.4

Podemos observar en la Tabla No.3 que utilizando salmuera como medio de enfriamiento se consiguen una mayor dureza en el borde (57.5 RWC) que en la muestra enfriada por agua (51.0 RWC).

TABLA No.3 – Datos de dureza obtenida en la pieza enfriada con solución de salmuera al 2%

TEMPLADO A 775°C		REVENIDO A 350°C	
CENTRO 0 mm	42	CENTRO 0 mm	37.1
1.5 mm	50	1.5 mm	38
3.0 mm	50.5	3.0 mm	40
4.5 mm	51	4.5 mm	40
6.0 mm	54	6.0 mm	41
7.5 mm	55	7.5 mm	42
9.0 mm	57.5	9.0 mm	47

En la Tabla No. 4 podemos observar que cuando se enfría la pieza a temperatura ambiente se normaliza la pieza. Se obtiene una pieza blanda de baja dureza.

TABLA No.4 – Datos de dureza obtenida en la pieza enfriado a temperatura ambiente (27°C)

DUREZA			
TEMPLADO A 775°C		REVENIDO A 350°C	
CENTRO 0 mm	5	CENTRO 0 mm	-1
1.5 mm	5.2	1.5 mm	-2
3.0 mm	5.5	3.0 mm	-5.5
4.5 mm	6.7	4.5 mm	-1
6.0 mm	6.7	6.0 mm	4
7.5 mm	6.8	7.5 mm	4
9.0 mm	6.8	9.0 mm	4

En la Tabla N. 5 se presentan los datos de la dureza obtenida para la pieza que fueron tratadas mediante el calentamiento rotativo de la pieza y manteniéndose la fuente de calor fija. Se aprecia que hubo aumento en la dureza de la pieza; prácticamente de la misma magnitud

que cuando se utilizó el procedimiento inicial de mover la fuente de calor (ver tabla No. 2). Esta coincidencia que independientemente de la técnica utilizada (fuente fija o móvil de calor), el tratamiento superficial vía llama oxiacetilénica es un procedimiento de fácil ejecución para modificar la dureza de un material metálico ferroso.

TABLA N° 5 – Datos de dureza obtenido en la pieza calentada manteniendo fijo el soplete y colocada en el torno.

DUREZA			
TEMPLADO A 775°C		REVENIDO A 350°C	
CENTRO 0 mm	46	CENTRO 0 mm	24.9
1.5 mm	47.9	1.5 mm	25.4
3.0 mm	48.1	3.0 mm	25.6
4.5 mm	48.6	4.5 mm	25.7
6.0 mm	48.9	6.0 mm	25.7
7.5 mm	49.6	7.5 mm	25.8
9.0 mm	51.8	9.0 mm	25.9

Conclusiones

Después de haber realizado esta investigación, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. Por medio del tratamiento térmico utilizando la llama oxiacetilénica podemos incrementar la tenacidad o producir una superficie más dura.
2. Una vez terminado el templeado, podemos reducir los esfuerzos internos.
3. Que de los medios refrigerantes utilizados, la solución de salmuera al 2% se mostró más efectiva para la modificación de la dureza en el acero.

4. Independientemente del procedimiento de calentamiento utilizado en el tratamiento superficial vía llama oxiacetilénica, se consiguen los mismos valores de dureza superficial en el acero.

Referencias Bibliográficas

DOBRZASKI, L. A. and SITEK, W. Application of neural networks in steels' chemical composition design. J. Braz. Soc. Mech. Sci. [online]. Apr./June 2003, vol.25, no.2 [cited 12 March 2004], p.185-188. Available from World Wide Web:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-73862003000200012&lng=en&nrm=iso)

73862003000200012&lng=en&nrm=iso>.

ISSN 0100-7386.

MARQUES, Paulo Villani and TREVISAN, Roseana da Exaltação. Arc fusion of self-fluxed nickel alloys. J. Braz. Soc. Mech. Sci. [online]. 2000, vol.22, no.3 [cited 12 March 2004], p.379-387. Available from World Wide Web:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-73862000000300001&lng=en&nrm=iso)

73862000000300001&lng=en&nrm=iso>.

ISSN 0100-7386.